

CAHIERS SCIENTIFIQUES N° 10
Supplément de Bois et Forêts des Tropiques

L'AQUACULTURE DES TILAPIAS DU DÉVELOPPEMENT A LA RECHERCHE

Editeurs scientifiques : J. LAZARD, B. JALABERT et T. DOUDET



1990



Centre Technique Forestier Tropical
Département du CIRAD

CONTRIBUTION A UNE REFLEXION SUR LES STRATEGIES DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT EN AQUACULTURE DES TILAPIAS

Jérôme LAZARD (1)

RESUME

La quantité totale de tilapia d'aquaculture produite dans le monde en 1986 était, selon la FAO, de 280.000 t. ; elle était évaluée pour la même année par d'autres auteurs à environ 500.000 t. Quoiqu'il en soit, et indépendamment du tonnage produit, ce poisson connaît une progression très rapide depuis une dizaine d'années, particulièrement dans les pays asiatiques. Compte tenu de cette situation et de l'engagement de la France dans une coopération active avec les pays en développement, le CTFT/CIRAD a organisé en septembre 1987 une réunion regroupant les principaux organismes et laboratoires français de recherche en aquaculture afin de faire le point dans diverses disciplines biologiques des acquisitions de la recherche et proposer des orientations "réalistes" de recherche pour l'avenir. La communication présentée ici tente, sur la base de 3 exemples d'opérations de recherche/développement menées en Afrique, de proposer des axes de développement de la pisciculture sur ce continent où le tilapia représente 62 % des 62.000 t de poisson produit en 1986. Ensuite, un certain nombre de thèmes de recherche sont exposés dans les principales disciplines biologiques concernant ce groupe de genres et d'espèces. L'objectif de ces propositions est, à terme, la mise en place de véritables programmes de recherche et de recherche/développement en coopération entre les stations expérimentales et projets pilotes des pays tropicaux et laboratoires de recherche plus fondamentaux du Nord, ainsi que l'amplification de l'effort de recherche amont entrepris dans les pays en développement.

ABSTRACT

According to FAO statistics, the total production of cultured tilapia was estimated to be 280,000 mt in 1986 (500,000 mt for other authors). The main point is the fast increase of this production for the last decade, specially in Asia. Tacking into account the active french cooperation with developing countries, a workshop was held in septembre 1987 in order to review the knowledge of some tilapia aquaculture fields and to identify some research trends. This meeting, organized by CTFT/CIRAD, gathered the main french institutions involved in aquaculture research. The present paper, based on the results of three R. and D. projects implemented in Africa, aims at proposing outlines for aquaculture development on this continent where tilapia accounted for 62 % of the total aquaculture production in 1986. Then, several research topics related to the main biological fields concerning this species are identified. These proposals could be considered as a step towards the improvement of the cooperation between tropical development projects and applied research stations on one hand and basic research laboratories in the North on the other hand. They also could contribute to the strengthening of the research capabilities in the developing countries involved in tilapia aquaculture.

(1) Centre Technique Forestier Tropical, département du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CTFT/CIRAD), Division Pêche et Pisciculture - 45 bis avenue de la Belle Gabrielle - 94736 Nogent-sur-Marne Cedex - France.

INTRODUCTION : POURQUOI UNE "JOURNEE TILAPIA"

La France développe une politique de coopération importante dans les pays en développement (P.E.D.) et, dans le domaine du développement rural (recherche et développement), les ressources aquatiques vivantes (pêche et aquaculture) y occupent une place non négligeable. Le continent africain occupe dans cette coopération une place de choix.

En matière d'aquaculture, les principaux projets et programmes de recherche ont jusqu'à présent porté, sur le continent africain au moins, principalement sur les tilapias d'où sont précisément originaires ces poissons.

D'une façon générale, cet investissement se fait souvent en ordre dispersé ce qui est lié principalement :

- à la diversité des contextes où les opérations sont menées (niveau de développement du pays, environnement au sens large, cadre institutionnel,...) ;
- à la diversité des opérateurs impliqués dans l'assistance technique et scientifique dont l'approche des problèmes de développement peut varier ;
- à la confusion entre objectifs de production, nécessité de mettre au point les paramètres biotechniques et vérifier, sur la foi de résultats obtenus en vraie grandeur, la viabilité économique de cette activité, voire d'effectuer dans certains domaines des recherches situées nettement en amont.

Compte tenu de cette dispersion, parfois inévitable, il est apparu nécessaire au CTFT/CIRAD (1), l'un des organismes chargés de mener des actions de recherche et de développement dans ce domaine, jusqu'à présent principalement en Afrique, de faire le point des possibles contributions amont en France, dans le domaine de l'aquaculture des tilapias. Autre sujet majeur de réflexion : l'étude des possibilités de transfert et d'application de résultats obtenus en laboratoire. En effet le problème se pose dans de nombreux cas d'expérimentations menées en laboratoire donnant des résultats fort éloignés de ceux obtenus en vraie grandeur, dans le milieu d'élevage.

Les organismes, laboratoires, ... visés sont ceux, soit déjà impliqués dans des disciplines relatives à l'aquaculture des tilapias, soit susceptibles de s'y investir dans un proche avenir.

Cette situation explique le caractère quelque peu franco-français de la réunion tenue le 28 septembre 1987 regroupant chercheurs et développeurs en aquaculture tropicale et visant à établir, sur la base d'une bibliographie approfondie sur le sujet, des stratégies de recherches réalistes.

L'objectif n'était pas, bien entendu, un repli sur les équipes de recherche françaises, mais au contraire une meilleure connaissance du potentiel de celles-ci vis-à-vis des problématiques tropicales en vue d'assurer une coopération internationale dans ce domaine dans les meilleures conditions.

Actuellement, les principaux organismes de recherche et de recherche-développement en aquaculture tropicale sont confrontés à un certain nombre de problèmes sur ce poisson dans les domaines de la recherche, du développement et de la formation (en particulier de chercheurs et de développeurs des pays tropicaux).

(1) Centre Technique Forestier Tropical, département du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.

Le but de la réunion était de confronter l'expérience de la pratique de la recherche et du développement sur le terrain tropical d'une part, et l'expérience de la pratique de la recherche scientifique plus fondamentale dans certaines disciplines biologiques liées à l'aquaculture d'autre part. De cette confrontation et de cet échange d'idées, doit sortir un certain nombre d'orientations sur ce que l'on pourrait qualifier de "champ du possible" en matière de recherches à mener sur l'aquaculture du tilapia.

Enfin, le dispositif de recherches qui pourra se mettre en place à l'issue de cette concertation devrait permettre, par la recherche, une résolution plus sereine des nombreux problèmes qui se posent au niveau du développement. Cette approche vise à réduire, autant que possible, les interventions "catastrophes" sur les élevages mis en oeuvre dans le cadre des projets de recherche/développement et de développement dans les pays tropicaux.

QUELQUES DONNEES GENERALES SUR L'AQUACULTURE MONDIALE, ET DU TILAPIA EN PARTICULIER

SITUATION DE L'AQUACULTURE MONDIALE

Les données disponibles, concernant les niveaux de production aquacole dans le monde en 1986 sont exposées dans le tableau 1 (FAO, 1989), dans lequel figurent également les prévisions de production à l'horizon 2000 (Nash, 1987).

Il ressort nettement de ce tableau :

- la contribution prépondérante des pays tropicaux dans la production totale mondiale aquacole (84 %) avec, parmi eux, un quasi monopole des pays asiatiques ;
- la faiblesse du niveau de production des pays africains (0,5 %) ;
- des tendances à l'horizon 2000 qui accentuent ces disparités entre continents.

AQUACULTURE DES TILAPIAS

Les quantités totales de tilapias d'aquaculture produites actuellement sont mal connues pour la simple raison que le distinguo entre les tilapias provenant de l'aquaculture et ceux résultant de l'activité de pêche n'est, dans la plupart des pays tropicaux, pas fait (ou avec une grande imprécision). A cette incertitude, s'ajoute le fait que, notamment dans les P.E.D., il existe des formes de pisciculture très extensive s'apparentant à la fois à l'aquaculture et à la pêche (exemple : acadjas).

C'est ainsi que les évaluations de production de tilapias provenant de l'aquaculture tournent autour de 500.000 t (chiffre annoncé par Fishelson au cours du second Symposium sur l'Aquaculture du Tilapia, Bangkok 1987). Les statistiques officielles de la FAO (1989) annoncent, quant à elles, une production de tilapias d'aquaculture pour l'année 1986 de 279.600 t, ce qui les place au troisième rang, en tonnage, par catégorie de poissons (derrière le groupe des carpes et le milkfish, devant les truites et le poisson chat américain). L'Afrique, continent d'origine des tilapias, produirait annuellement (1986) 39.000 t de ces poissons.

Tableau 1 : Production de l'aquaculture dans le monde : données 1986, projections 2000 (sources : Nash, 1987; FAO, 1989) en millions de tonnes.

Région / Catégorie	Production 1986	Production 2000
1) <u>Région</u>		
. Afrique	0,06	0,10
. Asie/Pacifique	9,07	18,29
. Europe/Proche Orient	1,35	2,65
. Amérique du Sud	0,18	0,48
. Amérique du Nord	0,43	0,68
2) <u>Catégorie</u>		
. Poissons	5,58	9,67
. Mollusques	2,34	7,06
. Crustacés	0,40	0,27
. Plantes aquatiques	2,74	5,20
. Divers	0,03	
Total	11,09	22,20

L'Asie est actuellement, selon ces mêmes sources, le premier producteur de tilapias avec 220.000 t en 1986. Parmi les pays asiatiques, les principaux producteurs sont les Philippines avec environ 60.000 t (Guerrero, comm. pers., 1987), Taïwan avec un tonnage du même ordre, la Thaïlande avec plus de 10.000 t. Plus encore que ces tonnages, le fait remarquable chez les principaux pays producteurs est la progression des quantités de tilapias produites depuis une quinzaine d'années. A titre d'exemple, aux Philippines, *Oreochromis niloticus* dont les premiers géniteurs ont été importés en 1972 constitue aujourd'hui la quasi totalité des 60.000 t de tilapias produites (*Oreochromis mossambicus* ayant pratiquement totalement disparu des piscicultures commerciales). Dans le même esprit, Israël dont la production aquacole stagne autour de 13.000 t depuis une dizaine d'années voit la part de tilapias croître régulièrement : 17 % en 1978 et 29,6 % en 1987 (Sarig, 1988).

AVANTAGES DES TILAPIAS POUR L'AQUACULTURE

Les caractéristiques biologiques des tilapias rendent ces poissons aptes à toutes les formes connues d'élevage, du plus extensif au plus intensif, avec tous les intermédiaires possibles. Il est donc possible d'intégrer la pisciculture des tilapias à différents schémas de développement :

- activités de pêche autour de retenues aménagées (alevinées en tilapias) ;
- intégration de la pisciculture des tilapias au sein d'aménagements hydro-agricoles ou associée à des élevages terrestres (porc-poisson, volaille-poisson ...) ;
- activité de substitution ou de complément à la pêche dans le cas d'effondrement des stocks piscicoles (pour des causes environnementales ou humaines liées, par exemple, à la surexploitation,...);
- fermes industrielles pour répondre à des besoins ponctuels et urgents de grandes agglomérations.

APPROCHE DES PROBLEMES DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT EN AQUACULTURE DES TILAPIAS DANS LES PAYS TROPICAUX : CAS DE L'AFRIQUE

Les principales préoccupations, à l'heure actuelle, pour le développement de la pisciculture, en particulier sur le continent africain, consistent en la mise au point de systèmes d'élevage adaptés à un environnement donné et considéré dans toutes ses dimensions. L'approche se fait donc, d'une façon générale, à la fois par système et par discipline biologique.

La recherche se déroule généralement dans 2 cadres différents dont l'importance relative varie selon les pays :

- les stations de recherches piscicoles, qui constituent les structures pérennes de recherches en Afrique ;
- des projets de recherche/développement et de développement qui, généralement, se caractérisent par :
 - . une durée limitée,
 - . des objectifs de production.

En fait, la frontière entre la recherche et le développement n'est pas toujours délimitée avec précision, et la recherche qui devrait être logiquement et préférentiellement menée en laboratoire et en station de recherche, est souvent réalisée au sein de projets de développement et dans le cadre de recherches dites d'accompagnement. La plupart des pays en développement demande, en effet, des solutions concrètes et immédiates aux problèmes qui se posent à eux, en particulier en matière d'aquaculture, ce qui engendre fréquemment une certaine ambiguïté de la démarche.

Quoiqu'il en soit, le développement joue dans cette approche un rôle fondamental car c'est lui qui guide la recherche. Dans ce domaine, la philosophie est d'essayer d'éviter d'avoir une doctrine et des modèles tout prêts. Elle peut se résumer comme suit :

- système d'élevage adapté à l'environnement dans toutes ses composantes (physiques, hydrobiologiques, humaines, socio-économiques, ...) ;
- aquaculture considérée à la fois comme un outil de production et un outil de développement où comptent à parts égales le poisson et ceux qui le produisent.

Ces idées sont illustrées par 3 exemples d'opération de recherche/ développement de la pisciculture en Afrique, correspondant à 3 environnements fondamentalement différents mais qui présentent au moins deux points communs entre eux :

- les structures d'élevage testées permettent une exploitation de type artisanal et sont évolutives car pouvant, une fois la maîtrise des techniques acquises, prendre la dimension de véritables entreprises;
- le poisson d'élevage est un tilapia (*O. niloticus*)

Par ailleurs, dans les 3 cas, la pisciculture constitue le seul moyen d'augmenter à terme, une fois les ressources naturelles exploitées à leur niveau optimum, la production piscicole qui est actuellement soit stationnaire (Côte d'Ivoire) soit en diminution (Bénin, Niger).

EXEMPLES D'OPERATIONS DE RECHERCHE/DEVELOPPEMENT DE LA PISCICULTURE EN AFRIQUE

Les 3 exemples choisis ont déjà fait l'objet de descriptions détaillées (Lazard, 1980 et 1984 ; Morissens *et al.*, 1986 ; Parrel *et al.*, 1986 ; Lazard *et al.*, 1988). L'accent sera mis sur l'environnement spécifique de chaque opération d'où découle le choix du système d'élevage. Les résultats biologiques, techniques et économiques sont présentés sous forme de tableaux à partir desquels un certain nombre de problématiques scientifiques sont présentées comme fruits de la "pratique du développement".

ENVIRONNEMENT ET STRUCTURES D'ELEVAGE

Côte d'Ivoire

- Environnement

Pisciculture en étangs intégrée aux aménagements hydro-agricoles dans la région Nord où il a été construit dans les années 1970 de nombreuses retenues collinaires pour l'irrigation gravitaire du riz.

Présence dans la région de villes secondaires (Korhogo, Ferkessedougou, Boundiali) où existe une forte demande en poisson, et particulièrement d'eau douce. Leur approvisionnement est actuellement essentiellement assuré en poisson de mer congelé. La Côte d'Ivoire importait en 1987 environ la moitié des produits halieutiques nécessaires à sa consommation (100.000 t sur 200.000 t).

Adaptation rapide des agriculteurs du Nord de la Côte d'Ivoire aux techniques de riziculture irriguée.

Disponibilité en sous-produits agricoles et agro-industriels sur place (son de riz) ou dans le pays (tourteau de coton, farine de poisson, ...).

- Investissements/Structures d'élevage

Il s'agit d'étangs classiques, alimentés en eau par gravité à partir d'un canal de dérivation sur un cours d'eau régularisé par une retenue de stockage.

Les investissements en matière de pisciculture semi-intensive en étang consistent essentiellement en terrassements et, en proportion beaucoup plus faible, en ouvrages. Ces terrassements peuvent être réalisés mécaniquement ou manuellement : le coût dans les deux cas est approximativement le même si la main-d'oeuvre est rémunérée à un taux normal. La construction manuelle des étangs par les paysans eux-mêmes, si elle est théoriquement satisfaisante, apparaît dans de nombreux cas peu réaliste : le travail correspondant, très pénible, aboutit à des étangs mal construits (profondeur insuffisante, digues peu solides), et nécessite un encadrement dispersé, important et de qualité. Une solution adaptée consiste à faire effectuer les gros terrassements au moyen d'engins, et les autres travaux (talutage, enherbement, canaux, ouvrages) manuellement par les pisciculteurs (dans ce cas, les coûts se répartissent en 2/3 - 1/3).

Lorsque les étangs sont construits, donc conçus, en même temps que les infrastructures de l'aménagement hydro-agricole, auquel ils s'intègrent, ils ressortent à un "coût marginal".

Les coûts totaux d'infrastructure retenus ici sont de 6.000.000 F. CFA par hectare incluant les terrassements et finitions, ouvrages et canaux d'alimentation en eau et de vidange pour des étangs de 1.000 m² (production de poissons marchands) et de 400 m² (production d'alevins et de fingerlings).

Niger

- Environnement

Le Niger est un pays sahélien où la seule source d'eau permanente est constituée par le fleuve Niger caractérisé par de fortes variations annuelles et interannuelles de débit. Le marnage au cours de l'année est de 4 m et, sauf exceptions, le fleuve coule en permanence. Dans ces conditions, la structure d'élevage la mieux adaptée est la cage flottante.

Avec la sécheresse des dernières années (depuis 1972), et l'endiguement du fleuve pour la création des aménagements hydro-agricoles, la production de la pêche dans le fleuve Niger est tombée de 6.000 t à 2.000 t en 1984, et 900 t en 1985.

La longueur du fleuve Niger au Niger est de 550 km et constitue la principale zone de pêche et de consommation de poisson du pays avec, en particulier, la capitale, Niamey, située approximativement au milieu du tronçon du fleuve.

Les pêcheurs appartiennent à deux catégories : professionnels (en général étrangers) et occasionnels (riverains qui pratiquent l'agriculture et la pêche).

Présence de sous-produits agricoles et agro-industriels en provenance du Niger (sons de riz et de blé, tourteau d'arachide) ou de la sous-région (farine de poisson du Sénégal ou de la Côte d'Ivoire).

- Investissements/Structures d'élevage

Chaque cage se compose d'une structure flottante supportant une poche grillagée et immergée contenant les poissons. La technologie employée est simple et utilise au maximum des matériaux disponibles localement :

- La structure flottante se compose d'un ponton en bois et de bidons de récupération en plastique de 30 l qui assurent la flottabilité du système qui permet d'effectuer les manipulations tout autour de la cage ;
- La poche immergée est réalisée en grillage plastique Nortène (importé) de 2 types de maille selon la taille des poissons : 7 mm de côté pour les alevins de poids moyen supérieur à 4 g et 14 mm de côté pour les fingerlings de poids moyen supérieur à 20 g. La structure relativement légère des cages permet d'en effectuer le relevage aisément pour les manipulations d'élevage et la récolte du poisson.

Deux types de cages sont utilisées (1,5 m de chute) :

- cages de 5 m³ (3,5 m³ "utiles" en eau) pour le prégrossissement d'alevins de 4 g jusqu'à stade fingerling (30 g) ;
- cages de 20 m³ (16 m³ "utiles" en eau) pour le grossissement de fingerlings jusqu'à la taille marchande (environ 250 g).

Les cages peuvent être reliées entre elles de façon à former un système modulable dont l'unité de base est constituée par un ponton flottant supportant 2 cages de 20 m³ ou 8 cages de 5 m³.

Le coût unitaire des cages de 5 m³ est de 62.000 F. CFA, et celui des cages de 20 m³ de 196.000 F. CFA.

Bénin

- Environnement

Les principales collections d'eau continentales du Sud-Bénin sont les lagunes qui représentent une superficie totale de 320 km² avec, en particulier, le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo où se développent les élevages piscicoles. Ces lagunes ont une profondeur moyenne d'environ 1 m. Le marnage entre hautes eaux et basses eaux est faible (environ 0,50 m) et la circulation de l'eau est bonne : la structure d'élevage adaptée est l'enclos.

Des changements écologiques du milieu liés à l'ouverture permanente du chenal de Cotonou ont entraîné des perturbations au niveau de la faune vivant dans ces lagunes et une chute de la production de la pêche qui est passée en quelques années de 12 000 t à 6 000-8 000 t.

Ces lagunes se situent à proximité des 2 principaux centres urbains, donc de consommation de poisson, du Bénin : Cotonou et Porto-Novo, et du Nigéria, grand importateur de produits vivriers.

Ces lagunes sont habitées par des populations palustres (maisons sur pilotis) avec des pêcheurs professionnels très performants pratiquant une forme de pêche qui s'apparente à l'aquaculture (acadjas). En effet les branchages qui sont disposés sur le fond de la lagune contribuent à stimuler la productivité naturelle du milieu (voir plus loin l'article de M. LEGENDRE *et al.*) et l'exploitation de l'acadja nécessite une gestion du stock de poisson par des pêches périodiques et programmées et une gestion financière des recettes pour le renouvellement des investissements et la répartition des bénéfices.

Présence de sous-produits agricoles et agro-industriels à Cotonou : sons de blé et de riz, drèches de brasseries, tourteaux d'arachide et de coton, farine de poisson.

- Investissements/Structures d'élevage

Les différents essais d'élevage en enclos ont permis la mise au point d'une technologie des structures d'élevage simple et bien adaptée :

- superficie individuelle de 500 m² (14m x 36m) et enclos séparés les uns des autres (3m environ) permettant un accès facile sur tout leur pourtour ;
- usage de filets lourds (210/48, mailles de 14 mm montées à 71 %) ;
- piquets de soutien en bambou espacés de 2 m ; ralingue supérieure fixée 0,80 m au-dessus du niveau maximum du lac à des rachis de palmier fixés horizontalement aux piquets de bambou ; ralingue inférieure enterrée à 0,50 m de profondeur dans un sillon creusé dans la vase au moyen d'une motopompe.
- couverture de l'enclos par un filet léger et implantation de branchages (identiques à ceux des acadjas) dans les enclos pour favoriser le développement de plancton et de périphyton et réduire les vols (lancement de l'épervier impossible).

Le coût d'un enclos de 500 m² est de 350.000 F.CFA.

RESULTATS BIO-TECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Ces résultats sont rassemblés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Principales données d'élevage de *O. niloticus* dans 3 milieux et systèmes différents en Afrique

Paramètres	Etang/Côte d'Ivoire	Cage/Niger	Enclos/Bénin				
Contrainte majeure de l'environnement sur l'élevage	Economie d'eau : débit admis dans les étangs = pertes par évaporation et infiltration (pas de circulation d'eau)	Variations importantes des caractéristiques du milieu : température et turbidité	Variation de salinité au cours du cycle d'élevage (de 0 à 22 ‰)				
Techniques d'élevage	<ul style="list-style-type: none">- <i>O. niloticus</i> souche "Bouaké"- Alevinage au sein de l'exploitation- Mise en charge étang avec fingerlings non sexés ou M* (sexage manuel).- Mise en charge possible toute l'année- Densité : 1,2 et 2,2 poissons/m². Association avec un poisson prédateur (<i>Hemichromis fasciatus</i>)- Aliment : 2 formules. (1) son de riz brut ; (2) mélange son de riz (75 %) et tourteau de coton (25 %).- Distribution aliment sous forme pulvérisée 2 x par jour- Taux de nourrissage : 100 kg/ha/jour (1), 8 % à 1,5 % de la biomasse pour (2)- Elevage toute l'année	<ul style="list-style-type: none">- <i>O. niloticus</i> souche "Niger"- Alevinage dans le cadre d'une station spécialisée (étangs avec maîtrise de l'eau).- Mise en charge avec fingerlings M* (sexage manuel)- Mise en charge possible en saison chaude (t > 24° C)- Densité env. 100 poissons/m³- Aliment : 1 formule ternaire dosant 32 % de protéines dont 10 % d'origine animale. Essais d'incorporation de CMV non concluants- Distribution aliment sous forme granulée 4 x par jour- Taux de nourrissage : 3% à 2% de la biomasse au cours de l'élevage. Diminution de la ration avec la température et en fonction de la turbidité.- 1 cycle/an	<ul style="list-style-type: none">- <i>O. niloticus</i> souche "Bouaké"- Alevinage en station (étangs sur nappe phréatique)- Mise en charge avec fingerlings non sexés M* et F*- Mise en charge quand la salinité est < à 10 ‰- Densité : 15 à 25 poissons/m²- Aliment : 1 formule dosant 35 % de protéines dont 25 % d'origine animale CMV "poulet" incorporé.- Distribution aliment sous forme granulée 2 x par jour- Taux de nourrissage : de 4% en début d'élevage à 2 % en fin de cycle.- 1 cycle/an				
Résultats bio-techniques (obtenus en vraie grandeur)	Aliment 1 (M* + F*)	Aliment 2 (M*)	Elevage à cheval sur saison chaude (2/3cycle) et saison froide (1/3 cycle)				
	Aliment granulé						
	densité /m² ou m³	1,2	2,2	85	135	15	25
	durée élevage (j)	145	240	204	225	225	226
	p.m.i. (g)	30	31	35,5	35,7	16,0	12,8
	p.m.f. (g)	215	270	218,5	217,9	200,5	229,6
	survie (%)	92	90	95,4	90,7	76,6	68,4
	c.j.i. (g/j)	1,3	1,0	0,9	0,81	0,82	0,91
	Q.N.	7,5	3,5	2,7	3,0	4,1	4,0
	rendement : t/ha/an ou/cycle kg/m²/cycle	5,2	7,1	14,3	21,8	21,5	36,2
Résultats économiques (hors frais financiers (rapportés au kg de tilapia produit) en F. CFA**	En F. CFA	en %	En F. CFA	en %	En F.CFA	en %	
Charges fixes	62,0	25 %	79,0	13 %	69	13 %	
	37,0	15 %	67,5	11 %	59	11 %	
	25,0	10 %	3,5	2 %	10	2 %	
	187,0	75 %	547,0	87 %	463	87 %	
	82,5	33 %	227,5	36 %	96	18 %	
	80,0	32 %	250,5	40 %	342	64 %	
	24,5	10 %	69,0	11 %	25	5 %	
	249,0	100 %	626,0	100 %	532	100 %	
	400,0		850,0		650		
	151,0		224,0		118		
- Taux de rentabilité de l'investissement (marge bénéficiaire/investissement)	18,5 %	48,5 %	53,5 %				
- Valorisation de la journée de travail (marge bénéficiaire/force de travail nécessaire à l'activité piscicole considérée)	3 000 F.CFA	4 900 F.CFA	4 300 F.CFA				
- Valeur du SMIG dans le pays	900 F.CFA	900 F.CFA	800 F.CFA				

Légende :

p.m.i. : poids moyen initial

p.m.f. : poids moyen final

c.j.i. : croissance journalière individuelle

Q.N. : quotient nutritif (taux de conversion de l'aliment)

Les mots soulignés correspondent à des thèmes de recherche proposés

*M : Mâle - *F : Femelle

** : 1 F.CFA = 0,02 FF.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES EN MATIERE DE DEVELOPPEMENT DE L'AQUACULTURE EN AFRIQUE

Sur le plan de l'espèce d'élevage, *O. niloticus* apparaît comme parfaitement adapté aux élevages en eau douce, mais des travaux restent à faire concernant la recherche d'une espèce (ou souche, ou hybride, ...) résistante au milieu saumâtre lorsque la salinité excède 15‰.

Sur le plan de l'investissement (infrastructures d'élevage), l'étang est la structure qui présente le moins de souplesse pour différentes raisons : nombre de sites favorables limité en zone subtropicale (principal facteur limitant : l'eau), infrastructures de mise en oeuvre relativement lourdes et coûteuses si comptabilisées en totalité, amortissement sur une longue période qui pose le problème du financement de l'investissement et donc du crédit (aucun frais financier n'ayant été pris en compte dans les calculs économiques). L'étang est la structure d'élevage qui fournit le taux de rentabilité de l'investissement le plus faible (18 % contre 48 % et 53 % pour les cages et enclos) et où la proportion de charges fixes est la plus élevée. Cependant, l'étang convient très bien à de nombreuses situations dans lesquelles il peut s'intégrer : aménagements hydro-agricoles, élevages associés (1) et, bien sûr, partout où l'eau est disponible en quantité (avec une topographie acceptable).

Par ailleurs, les étangs sont des structures mieux adaptées pour la production d'alevins et de fingerlings que des bassins en béton par exemple (possibilité d'y stimuler l'alimentation naturelle des poissons).

Sur le plan de la conduite de l'élevage, l'étang est la structure qui offre le plus de sécurité, de souplesse de gestion et de simplicité dans la mise en oeuvre des techniques d'élevage du fait, entre autres, qu'une partie de l'alimentation des poissons (plancton, benthos) est produite *in situ* par stimulation de la chaîne alimentaire (fertilisation volontaire ou recyclage des aliments non consommés et fèces des poissons). Les élevages en enclos et en cages sont plus rigides quant aux techniques mises en oeuvre, plus délicats à mener, plus rigoureux de gestion (aliment principalement) et plus risqués : risque d'ordre pathologique, vols plus faciles, dérive du QN (perte d'aliment hors de l'enceinte d'élevage...).

Sur le plan logistique, outre l'encadrement qui, pour une activité nouvelle comme la pisciculture sur le continent africain, est indispensable quelle que soit la technique développée, les cages et les enclos sont entièrement dépendants de structures d'appui extérieures pour l'approvisionnement en alevins/fingerlings et aliments composés granulés (problème de la disponibilité en sous-produits agricoles, en quantité et en qualité). Les étangs, quant à eux, peuvent s'accommoder d'un aliment simple distribué en vrac et peuvent produire alevins et fingerlings. Les calculs économiques montrent la prépondérance des coûts liés à l'alimentation dans les enclos et les cages et, dans une moindre mesure, dans les étangs.

Sur le plan du développement, l'expérience des différents projets fait apparaître clairement une attirance spontanée des aquaculteurs potentiels plus marquée pour les structures d'élevage type enclos/cage que pour les étangs. Outre la notion de rentabilité de l'investissement et de valorisation du temps de travail, s'ajoute le fait que les enclos et cages concernent généralement des populations de pêcheurs (Bénin, Niger) traditionnellement plus dynamiques que les populations strictement paysannes qui nécessitent un travail de sensibilisation et de suivi plus important. Il apparaît également, et ce dans tous les systèmes d'élevage, que le rendement (donc la technicité de l'aquaculteur) doit être supérieur à

(1) Dans ce cas, les coûts d'alimentation sont nuls pour la production piscicole.

un minimum, à fixer dans chaque situation, pour garantir la rentabilité de l'activité : cette notion est particulièrement importante pour les étangs où un faible rendement, même s'il ne conduit pas à une perte financière, risque de décourager à terme l'aquaculteur.

Sur le plan économique, l'étang fournit (hors frais financiers et toutes choses égales par ailleurs) le poisson au plus faible prix de revient et, à ce titre, convient parfaitement aux populations rurales, moins riches que les populations urbaines auxquelles s'adressent, jusqu'à présent, les produits des élevages hors-sol.

Sur le plan de la stratégie pour l'avenir, il apparaît :

- qu'à chaque environnement, au sens large, doit correspondre une (ou des) technique(s) d'élevage adaptée(s) ;
- qu'il convient d'être prudent sur les conditions de transfert d'une technique d'une région à une autre ;
- que l'aquaculture doit être une spéculation et, à ce titre, présenter une rentabilité dont le niveau minimum est à fixer dans chaque situation ;
- que, dans un premier temps, il n'est pas systématiquement souhaitable que l'aquaculture constitue la seule activité (donc la seule source de revenu) pour celui qui la pratique à la dimension artisanale étudiée ici. La place de l'aquaculture dans l'emploi du temps de l'opérateur (paysan, pêcheur ...) devra être bien adaptée à chaque population-cible.
- que, dans toutes les hypothèses, la pisciculture s'inscrit dans le tissu économique du pays ou de la région où elle est amenée à se développer et ce développement se fera sur des bases d'autant plus solides que ce tissu sera plus dense.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES EN MATIERE DE RECHERCHE

Les résultats de la recherche menée jusqu'à présent sur les tilapias ainsi que l'expérience d'opérations de recherche/développement de leur aquaculture telles que celles décrites ci-dessus, amènent à formuler un certain nombre d'interrogations par rapport aux limites du développement de l'aquaculture de ce poisson dans les pays tropicaux et des thèmes de recherche pour l'avenir.

On se limitera ici aux disciplines biologiques sans viser, bien entendu, l'exhaustivité.

GENETIQUE

Caractérisation

Dans le domaine de la génétique, un premier problème à résoudre semble être la caractérisation des souches de tilapia utilisées en pisciculture. Les travaux menés dans le monde depuis une vingtaine d'années sur le tilapia laissent transparaître une grande diversité de réponses des différentes populations d'une même espèce vis-à-vis d'un certain nombre de caractéristiques biologiques fondamentales en aquaculture : prolificité, vitesse de croissance, QN vis-à-vis des aliments artificiels et coefficient

d'utilisation de l'alimentation naturelle, aptitude à l'hybridation ... En d'autres termes, l'animal sur lequel le pisciculteur travaille a-t-il des caractéristiques génétiques telles que leur variabilité risque de mettre en cause ou d'altérer la fiabilité des systèmes d'élevage mis au point ?

Une illustration de cette interrogation est fournie par la disparité des performances d'élevage enregistrées dans deux structures d'élevage identiques placées rigoureusement dans les mêmes conditions à partir d'un stock homogène de fingerlings prélevés dans le même étang de prégrossissement divisé en deux (cas des cages flottantes au Niger : Parrel, comm. pers.).

Gestion des géniteurs

Les questions qui se posent à ce niveau sont :

- sur quelles bases constituer et renouveler le stock de géniteurs ?
- quels sont les risques de dégénérescence (et les critères d'évaluation de cette dégénérescence) des descendances issues des géniteurs, en particulier si celles-ci sont destinées à des systèmes d'élevage différents ?

Les réponses à ces questions et leur mise en oeuvre varieront selon que l'alevinage est réalisé par le pisciculteur artisan sur son exploitation ou en station d'alevinage disposant d'infrastructures plus élaborées et fiables.

Amélioration

Quelles sont les voies "réalistes" pour améliorer les espèces de tilapia utilisées en pisciculture. L'amélioration devrait, semble-t-il viser :

- le contrôle du sexe (élevages monosexes, poissons stériles...) ;
- une meilleure résistance aux maladies ;
- des capacités d'adaptation à certains milieux marginaux (salinité, température, turbidité, ...) ;
- des performances de croissance améliorées à la fois pour des systèmes d'élevage performants (alimentation équilibrée, conditions de milieu optimales, ...) et des systèmes plus extensifs et/ou rustiques.

PHYSIOLOGIE ET ETHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Dans ce domaine, les voies à explorer semblent être :

- étude des comportements reproducteurs (nidification, incubation buccale, agressivité, ...) ; leur compréhension peut éventuellement permettre d'envisager de les contrôler ;
- étude de la variation des comportements reproducteurs selon les différentes structures d'élevage ;

- étude du déterminisme de la puberté ;
- étude des facteurs agissant sur le déterminisme du sexe : physiologiques, génétiques, environnementaux (température, salinité, mortalité différentielle, ...) ;
- étude de la variabilité de la prolificité selon certains croisements inter ou intraspécifiques.

Ce travail devrait déboucher sur l'amélioration qualitative et quantitative de la production d'alevins des différentes espèces de tilapia (et d'hybrides) et, notamment, permettre d'en réduire le coût.

PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE

Dans ce domaine, les mécanismes intimes restent encore mal connus. Parmi les questions non ou mal résolues et de grande importance pour l'aquaculture figurent :

- le suivi de l'évolution des concentrations naturelles de l'hormone de croissance (GH) chez les tilapias ainsi que le rôle et le mode d'action de cette hormone dans les processus de croissance.
- l'étude de la contribution relative des facteurs physiologiques d'une part, génétiques et éthologiques d'autre part dans le dimorphisme de croissance mâle/femelle.

ENVIRONNEMENT ET ADAPTATION

Quel est le degré d'adaptabilité d'une espèce de tilapia vis-à-vis du milieu d'élevage et particulièrement vis-à-vis de ses caractéristiques physico-chimiques et de leur variation ? Compte tenu de la complexité des paramètres d'un milieu donné (surtout dans le cas d'élevages en milieu naturel tels que lacs, lagunes, cours d'eau ...), il semble que les deux approches complémentaires suivantes soient nécessaires :

- expérimentations *in situ* visant à déterminer les espèces (ou souches ou hybrides) de tilapia adaptées à un milieu donné au niveau d'intensification choisi.
- travaux de recherche en laboratoire (en milieu contrôlé) visant à :
 - . caractériser des limites d'adaptation aux principaux facteurs de l'environnement (température, salinité, oxygène dissous, turbidité...) aux différentes phases de l'élevage.
 - . mettre en évidence des descripteurs physiologiques permettant d'évaluer, selon des techniques aussi simples que possible, le degré d'adaptation du poisson aux principaux facteurs de l'environnement et sa capacité à résister à leur fluctuation.
 - . comprendre les mécanismes physiologiques de l'adaptation des tilapias en vue de leur contrôle éventuel en élevage.

Le suivi d'un maximum de caractéristiques du milieu d'élevage, lorsque cela est possible, permettra de corrélérer d'autant plus précisément les résultats obtenus par ces 2 types d'approche.

NUTRITION

Les applications aquacoles des recherches menées dans ce domaine sont, bien entendu, considérables. Parmi les thèmes de recherche à envisager, on peut citer :

- étude de la valeur alimentaire des différents sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles localement impliquant une étude aussi exhaustive que possible de la digestibilité des sous-produits agricoles tropicaux par les différentes espèces de tilapia d'élevage ;
- niveau de protéines (animales et végétales) nécessaire en fonction du type d'élevage ;
- rôle des vitamines et évaluation de la nécessité de les incorporer dans les aliments pour tilapia (compte tenu notamment de leur fragilité en milieu tropical et de la nécessité de les importer) ;
- étude du rôle de la présentation de l'aliment sur les performances : poudre, granulé, pâte, ... et dimensionnement des particules alimentaires en fonction du stade de croissance ;
- rationnement des poissons : dans ce domaine, un approfondissement des connaissances semble nécessaire, en particulier, au niveau de la précision des rations alimentaires pour lesquelles des normes générales semblent établies ; l'étude précise des besoins de croissance et d'entretien est à poursuivre et à affiner en fonction des paramètres du poisson lui même et des facteurs de l'environnement ;
- simulations en vue de l'optimisation des facteurs coût/performance de l'aliment ;
- problème essentiel en zone tropicale de la conservation des sous-produits agricoles destinés à la fabrication d'aliments pour poissons et détermination des seuils de toxicité de certains constituants (aflatoxine, rancissement des matières grasses, ...).

L'approche du travail concernant la nutrition sera différente selon qu'il s'agit d'élevages hors sol (cages, enclos, raceways, ...) ou d'élevages en étangs. Dans ce dernier cas, les problématiques concernent :

- les réseaux trophiques,
- l'effet secondaire des aliments non consommés directement par les poissons d'élevage et le rôle des fécès,
- l'importance de l'interface vase/eau,
- le rôle fertilisant de différents composts.

PATHOLOGIE

Actuellement, les recherches menées en France sur la pathologie des poissons tropicaux sont pratiquement inexistantes.

Les problèmes, dans ce domaine, se posent surtout en élevage intensif et, à l'heure actuelle, essentiellement en milieu lagunaire et en milieu ouvert qui correspondent précisément aux systèmes d'élevage qui rencontrent le plus de succès auprès des opérateurs privés.

Une nécessaire optimisation entre densité d'élevage, faisabilité économique et risques pathologiques doit être réalisée pour chaque type d'élevage envisagé.

La solution préventive par une bonne gestion écosanitaire des élevages est bien entendu privilégiée. Il n'en reste pas moins que le problème crucial du diagnostic, en cas d'apparition de maladies, demeure : à quoi imputer les dégâts observés ? à l'environnement, à la conduite de l'élevage ?

DOUBLE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FAO, 1989. Planning for Aquaculture Development. Report of an Expert Consultation hold in Policoro, Italy. 26 July - 2 August 1988.

ADCP/REP/89/33 : I/T5792, I/T5788 et I/T5786.

LAZARD J., 1980. Le développement de la pisciculture intensive en Côte d'Ivoire. Exemple de la ferme piscicole pilote de Natio-Kobadara (Korhogo).

Notes et Documents sur la Pêche et la Pisciculture, 21, 1-44.

LAZARD J., 1984. L'élevage du tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étangs.

Bois et Forêts des Tropiques, 206, 33-50.

LAZARD J., P. MORISSENS et P. PARREL, 1988. La pisciculture artisanale du tilapia en Afrique : analyse de différents systèmes d'élevage et de leur niveau de développement.

Bois et Forêts des Tropiques, 215, 77-92.

MORISSENS P., P. ROCHE et C. AGLINGLO, 1986. La pisciculture intensive en enclos dans les grandes lagunes du Sud-Est Bénin.

Bois et Forêts des Tropiques, 213, 51-70.

NASH C., 1987. Future economic outlook for aquaculture and related assistance needs.

FAO, ADCP/REP/87/25, Rome, 14 p.

PARREL P., I. ALI et J. LAZARD, 1986. Le développement de l'aquaculture au Niger ; un exemple d'élevage de *Tilapia* en zone sahélienne.

Bois et Forêts des Tropiques, 212, 71-94.

SARIG S., 1988. The fish culture industry in Israel in 1987.

Bamidgeh, 40 (2), 43-49.